

日本特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

OKAZAKI  
September 16, 2003

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年11月 6日

出願番号

Application Number:

特願2002-322452

[ST.10/C]:

[JP2002-322452]

出願人

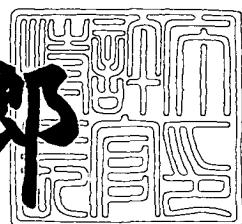
Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

2003年 6月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042000

【書類名】 特許願  
【整理番号】 006P0064  
【提出日】 平成14年11月 6日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 7/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1  
番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内  
【氏名】 岡崎 雅英  
【特許出願人】  
【識別番号】 000207551  
【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100110847  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 松阪 正弘  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 136468  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0107099  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子固定装置および光学素子固定方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、  
第1光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持  
部と、

第1光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記第1光学素子から  
離れる支持部と、

第1光学素子、または、ベース部に取り付けられた第2光学素子を介して出射  
される基準光線を受光する受光部と、

前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回動する機構と、

前記受光部からの出力に基づいて第2光学素子を基準とする位置に第1光学素  
子を位置させる制御部と、

を備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光学素子固定装置であって、  
前記制御部が、固定媒体の硬化途上において第1光学素子の位置の制御を行う  
ことを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、  
前記第1光学素子がコリメータレンズであることを特徴とする光学素子固定装  
置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載の光学素子固定装置であ  
って、

前記第2光学素子が前記第1光学素子に向けて光を出射する半導体発光素子で  
あることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項5】 請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、  
前記第1光学素子がマイクロレンズアレイであることを特徴とする光学素子固  
定装置。

【請求項6】 請求項1、2または5に記載の光学素子固定装置であって、  
前記第2光学素子が前記第1光学素子に向けて光を出射する光導波路素子であ

ることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項7】 請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、前記第1光学素子が光ファイバであることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項8】 請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、第1光学素子および第2光学素子のうち前記受光部に近い前方光学素子と前記受光部との間において光路に対して進退可能な切替レンズをさらに備え、前記前方光学素子がレンズであり、前記切替レンズが前記光路上に配置された状態において前記前方光学素子と前記受光部内の受光素子面とが光学的に共役とされることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項9】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離れる支持部と、

前記保持部に対して前記支持部を少なくとも3つの軸に関して相対的に移動または回動する移動機構と、  
を備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項10】 請求項9に記載の光学素子固定装置であって、前記移動機構が、前記保持部に対して前記支持部を3つの移動軸に沿って相対移動するとともに3つの回動軸を中心に相対回動することを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項11】 請求項9または10に記載の光学素子固定装置であって、前記光学素子が、半導体発光素子、コリメータレンズ、マイクロレンズアレイまたは光ファイバであることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項12】 請求項1ないし11のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、

前記支持部の温度を制御する温度制御部をさらに備え、前記支持部がはんだを介して光学素子を支持することを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項13】 請求項1ないし12のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、

固定媒体が樹脂成分を含む接着剤であり、

ベース部上の固定媒体を硬化させる硬化手段をさらに備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項14】 請求項1ないし12のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、

固定媒体がガラスパウダ、または、はんだであり、

前記保持部の温度を制御するもう1つの温度制御部をさらに備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項15】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって

光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と

光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離れる支持部と、

光学素子を介して出射される基準光線を受光する受光部と、

前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回動する機構と、

前記受光部からの出力に基づいてベース部を基準とする位置に光学素子を位置させる制御部と、

を備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項16】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって

第1光学素子を支持部により支持し、ベース部に対する所定位置に位置させる工程と、

前記第1光学素子、または、前記ベース部に取り付けられた第2光学素子を介して出射される基準光線を受光部により受光する工程と、

前記受光部からの出力に基づいて前記第2光学素子を基準とする位置に前記第1光学素子を位置させる工程と、

固定媒体により前記第1光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、  
固定後の前記第1光学素子から前記支持部を離す工程と、  
を有することを特徴とする光学素子固定方法。

【請求項17】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって

光学素子を支持部により支持し、少なくとも3つの軸に関して相対的に移動または回動することによりベース部に対する所定位置に位置させる工程と、  
固定媒体により前記光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、  
固定後の前記光学素子から前記支持部を離す工程と、  
を有することを特徴とする光学素子固定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子を位置決めして固定する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学素子ユニット（すなわち、光学素子の組み立て部品であり、例えば、光ファイバの組み立て部品や光通信用デバイス等）において、微小な光学素子を所定の光軸に対して位置決めして固定する（いわゆる、アライメントであり、位置および姿勢を調整する）手法として、光学素子を保持部材の接触面に当接させつつ1または2方向に移動して位置決めし、はんだや接着剤（例えば、紫外線硬化樹脂を含む接着剤）を周囲に充填して固定したり、あるいは、YAGレーザ等の高エネルギーのパルス光を照射するレーザ融着やガラスパウダを用いるガラス融着等により固定することが従来より行われている。

【0003】

例えば、図1に示すように半導体レーザのペアチップ191（以下、「半導体レーザ」という。）と光ファイバ192とを位置決めして固定する際には、V型の断面形状を有する溝193aが形成された保持部材193に対して、光ファイバ192の先端が溝193aの側面に当接することにより位置決めされる。また

、コレット（図示省略）に支持された半導体レーザ191は保持部材193の上面に当接しつつ、光ファイバ192に対して位置決めされ固定媒体（例えば、はんだ）により固定される。

#### 【0004】

また、図2に示すように光導波路素子194と複数の光ファイバ192とを位置決めして固定する、いわゆる、カップリングの場合には、光導波路素子194が保持部材195に対して位置決めされて固定される。V型の断面形状を有する複数の溝196aが形成された位置決め部材196、および、同様の断面形状を有する溝197aが形成された位置決め部材197には、複数の光ファイバ192がそれぞれ溝196a、197aの側面に当接して接着剤等により固定され、各位置決め部材196、197が保持部材195に固定されることにより、各光ファイバ192が光導波路素子194に対して位置決めされる。

#### 【0005】

なお、関連する技術としては以下の文献に記載されたものがある。

#### 【0006】

##### 【非特許文献1】

「光技術コンタクト」、社団法人日本オプトメカトロニクス協会、平成8年12月20日、Vol. 34, No. 12 (1996), p. 619-627, 636-640

##### 【非特許文献2】

「OPTRONICS」、株式会社オプトロニクス社、平成11年4月10日、No. 4 (1999), p. 129-133, 140-149

##### 【非特許文献3】

「OPTRONICS」、株式会社オプトロニクス社、平成11年7月10日、No. 7 (1999), p. 149-155

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、図1に示す光学素子ユニットにおいて、光ファイバ192はZ方向に関しては所望の位置に調整することが可能であるが、他の方向に関する位置お

および姿勢は溝193aの形状により決定される。また、半導体レーザ191は、X, Z方向への移動により光ファイバ192に対して位置決めされるが、Y方向に関する位置については自在に決定することができない。その結果、X, Z方向に関する相対的な位置決め精度を1~2μmと高精度にすることができるのに対して、Y方向に関する相対的な位置決め精度は溝193aの加工精度、および、固定媒体の厚みの再現性に依存するため、X, Z方向よりも悪く（例えば、数μm）なってしまう。

#### 【0008】

また、図2に示す光学素子ユニットの場合には、各位置決め部材196, 197と保持部材195との間に接着剤等を付与し、X, Z方向については貼り付け位置を調整することにより光導波路素子194に対して0.2μm程度の位置決め精度とすることができますが、Y方向については溝196a, 197aの加工精度や光ファイバ192の径のばらつき等により1μm程度の位置決め精度となってしまう。

#### 【0009】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、光学素子を高精度に位置決めして固定することを目的とする。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、第1光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、第1光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記第1光学素子から離れる支持部と、第1光学素子、または、ベース部に取り付けられた第2光学素子を介して出射される基準光線を受光する受光部と、前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回動する機構と、前記受光部からの出力に基づいて第2光学素子を基準とする位置に第1光学素子を位置させる制御部とを備える。

#### 【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光学素子固定装置であって、前記

制御部が、固定媒体の硬化途上において第1光学素子の位置の制御を行う。

【0012】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、前記第1光学素子がコリメータレンズである。

【0013】

請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、前記第2光学素子が前記第1光学素子に向けて光を出射する半導体発光素子である。

【0014】

請求項5に記載の発明は、請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、前記第1光学素子がマイクロレンズアレイである。

【0015】

請求項6に記載の発明は、請求項1、2または5に記載の光学素子固定装置であって、前記第2光学素子が前記第1光学素子に向けて光を出射する光導波路素子である。

【0016】

請求項7に記載の発明は、請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、前記第1光学素子が光ファイバである。

【0017】

請求項8に記載の発明は、請求項1または2に記載の光学素子固定装置であって、第1光学素子および第2光学素子のうち前記受光部に近い前方光学素子と前記受光部との間において光路に対して進退可能な切替レンズをさらに備え、前記前方光学素子がレンズであり、前記切替レンズが前記光路上に配置された状態において前記前方光学素子と前記受光部内の受光素子面とが光学的に共役とされる。

【0018】

請求項9に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離

れる支持部と、前記保持部に対して前記支持部を少なくとも3つの軸に関して相対的に移動または回動する移動機構とを備える。

## 【0019】

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の光学素子固定装置であって、前記移動機構が、前記保持部に対して前記支持部を3つの移動軸に沿って相対移動するとともに3つの回動軸を中心に相対回動する。

## 【0020】

請求項11に記載の発明は、請求項9または10に記載の光学素子固定装置であって、前記光学素子が、半導体発光素子、コリメータレンズ、マイクロレンズアレイまたは光ファイバである。

## 【0021】

請求項12に記載の発明は、請求項1ないし11のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、前記支持部の温度を制御する温度制御部をさらに備え、前記支持部がはんだを介して光学素子を支持する。

## 【0022】

請求項13に記載の発明は、請求項1ないし12のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、固定媒体が樹脂成分を含む接着剤であり、ベース部上の固定媒体を硬化させる硬化手段をさらに備える。

## 【0023】

請求項14に記載の発明は、請求項1ないし12のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、固定媒体がガラスパウダ、または、はんだであり、前記保持部の温度を制御するもう1つの温度制御部をさらに備える。

## 【0024】

請求項15に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離れる支持部と、光学素子を介して出射される基準光線を受光する受光部と、前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回動する機構と、前記受光部からの出力に基づいてベース部を基準とする位置に光学素子を位置させる制御部

とを備える。

【0025】

請求項16に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって、第1光学素子を支持部により支持し、ベース部に対する所定位置に位置させる工程と、前記第1光学素子、または、前記ベース部に取り付けられた第2光学素子を介して出射される基準光線を受光部により受光する工程と、前記受光部からの出力に基づいて前記第2光学素子を基準とする位置に前記第1光学素子を位置させる工程と、固定媒体により前記第1光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、固定後の前記第1光学素子から前記支持部を離す工程とを有する。

【0026】

請求項17に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって、光学素子を支持部により支持し、少なくとも3つの軸に関して相対的に移動または回動することによりベース部に対する所定位置に位置させる工程と、固定媒体により前記光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、固定後の前記光学素子から前記支持部を離す工程とを有する。

【0027】

【発明の実施の形態】

図3は本発明の第1の実施の形態に係る光学素子固定装置101を示す斜視図である。図3の光学素子固定装置101は、光ビームを出射する半導体レーザ41が固定されたベース部22に、コリメータレンズ42（例えば、直径1mm程度のセルフォック（登録商標）マイクロレンズ、または、非球面プレスレンズにより形成される。）を位置決めして固定する装置であり、光学素子固定装置101により、光ビームを平行光として出射する光学素子ユニット（以下、「半導体レーザモジュール」という。）11が製作される。光学素子固定装置101は、ベース部22を保持する保持部121、コリメータレンズ42を支持する支持アーム61、および、各種演算処理を行うCPUや各種情報を記憶するメモリ等により構成された制御ユニット105を備える。

【0028】

保持部121は、図3中のZ方向に延びるプレート120上に設けられ、保持部121の上面には(+Y)方向に突出しベース部22の位置決めに利用されるベース部用補助部材122、および、V型の断面形状を有する溝が形成されたコリメータレンズ用補助部材123が設けられ、コリメータレンズ用補助部材123には組み立て前のコリメータレンズ42が溝の側面に当接して載置される。保持部121には、保持部121を加熱する保持部ヒータ124、保持部121の表面温度を検出する温度センサ125、および、半導体レーザ41に接続されるプローブピン126（アノード端子とカソード端子を有する）がさらに設けられ、保持部ヒータ124、温度センサ125およびプローブピン126は制御ユニット105に接続される。

#### 【0029】

支持アーム61には制御ユニット105に接続されたアームヒータ161が設けられ、アームヒータ161により支持アーム61の表面温度が調整される。また、支持アーム61は後述する各種移動機構によりY方向への移動、および、X軸、Y軸、Z軸にそれぞれ平行な回転軸（以下、それぞれ $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 軸と呼ぶ。）を中心として回転可能に支持されている。

#### 【0030】

光学素子固定装置101は、保持部121を図3中のX方向へと移動するX方向移動機構131、および、Z方向へと移動するZ方向移動機構134を有する。基台111上に設けられたX方向移動機構131は、マイクロメータを有するX方向調整機構132が固定されたXステージ133を有し、X方向調整機構132を制御することによりXステージ133が基台111との間に設けられたガイドレール（図示省略）に沿ってX方向へと移動する。また、Z方向移動機構134も同様の構成となっており、マイクロメータを有するZ方向調整機構135を制御することによりプレート120に固定されたZステージ136がZ方向へと移動する。なお、X方向移動機構131およびZ方向移動機構134は制御ユニット105に接続される。

#### 【0031】

また、光学素子固定装置101は、支持アーム61をY方向へと移動するY方

向移動機構137、 $\alpha$ 軸を中心に回動する $\alpha$ 回動機構141、 $\gamma$ 軸を中心に回動する $\gamma$ 回動機構144、および、 $\beta$ 軸を中心に回動する $\beta$ 回動機構147を有する。Y方向移動機構137は、基台111上に設けられたプレート112に取り付けられ、マイクロメータを有するY方向調整機構138が固定されたYステージ139を有する。Y方向調整機構138が制御されることにより、Yステージ139がY方向へと移動する。

### 【0032】

Yステージ139には $\alpha$ 回動機構141の減速機構付モータ142が取り付けられ、減速機構付モータ142が制御されることにより $\alpha$ テーブル143が $\alpha$ 軸を中心として回動する。 $\alpha$ テーブル143にはL型部材140が固定される。L型部材140はX方向へと突出しつつ法線がZ軸に平行な面140aを有しており、面140aには $\gamma$ 回動機構144が取り付けられる。 $\gamma$ 回動機構144は、 $\alpha$ 回動機構141と同様の構成とされ、減速機構付モータ145により $\gamma$ テーブル146が $\gamma$ 軸を中心として回動する。 $\gamma$ テーブル146には支持アーム61を $\beta$ 軸を中心に回動可能に支持する $\beta$ 回動機構147が設けられ、 $\beta$ 回動機構147の減速機構付モータ148により、支持アーム61が $\beta$ 軸を中心として回動する。なお、Y方向移動機構137および各回動機構141、144、147は制御ユニット105へと接続される。

### 【0033】

光学素子固定装置101は、プローブピン126が接続された半導体レーザ41からの光ビームを受光する撮像部7（例えば、CCDカメラ）をさらに有し、撮像部7はプレート120上に保持部121に対向して設けられる。撮像部7は検出用レンズ171および撮像デバイス172を有し、半導体レーザ41からの光ビームは検出用レンズ171を介して撮像デバイス172にて受光される。プレート120上には切替レンズ173がさらに設けられ、切替レンズ173は撮像部7とコリメータレンズ42との間において光ビームの光路に対して進退可能とされる。切替レンズ173が光路上に配置された状態において、切替レンズ173および検出用レンズ171によりコリメータレンズ42と撮像デバイス172（厳密には、撮像デバイス172の受光面）とが光学的に共役とされる。また

、撮像部7の上方にはマクロレンズを有する保持部用撮像部174が設けられ、ベース部22上のコリメータレンズ42近傍が撮像される。

#### 【0034】

図4は、光学素子固定装置101の構成を示すブロック図であり、制御部151、画像処理部152およびアーム移動制御部153は図3中の制御ユニット105に格納されている。画像処理部152は撮像部7からの画像データに対して各種処理を施し、制御部151へと信号を出力する。アーム移動制御部153は制御部151からの信号に基づいて各移動機構131、134、137および各回動機構141、144、147（以下、「アーム移動機構130」と総称する。）を制御し、これにより、支持アーム61が保持部121に対して互いに垂直な3つの移動軸（すなわち、X、Y、Z軸）に沿って相対移動するとともに、互いに垂直な3つの回動軸（すなわち、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 軸）を中心で相対回動する。光学素子固定装置101では、制御部151が他の構成をさらに制御することにより光学素子ユニットが製作される。

#### 【0035】

ここで、本発明に係る光学素子固定装置101により製作される光学素子ユニットの基本構成について説明を行う。図5（a）ないし（c）は光学素子ユニットの基本構成を示す図である。図5（a）に示す第1の基本構成に係る光学素子ユニット1aにおいて、所定の光軸5（すなわち、光学素子が位置決めされる際の基準となる軸であり、以下、「基準光軸5」という。）が相対的に固定されたベース部2の上方に基準光軸5に対して位置決めされた光学素子4が位置する。ベース部2と光学素子4との間には、はんだ3が介在し、光学素子4がベース部2に対して非接触にて固定される。光学素子4が位置決めされる際には、支持部6（支持アーム61に対応する。）により支持されつつ、互いに直交する3軸方向（すなわち、図5（a）中のX、Y、Z軸方向）に移動可能とされ、さらに、各軸に平行な回動軸（すなわち、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 軸）を中心として回動可能とされる。これにより、光学素子4は基準光軸5に対して位置決めされる。

#### 【0036】

図5（b）に示す第2の基本構成に係る光学素子ユニット1bでは、2つの光

光学素子4のうち一方に相対的に固定された（すなわち、一方の光学素子4により決定される）基準光軸5に対して他方の光学素子4が位置決めされつつ、互いに非接触にてはんだ3を介して固定される。また、図5(c)に示す第3の基本構成に係る光学素子ユニット1cでは、基準光軸5が相対的に固定されたベース部2の上方に基準光軸5に対してそれぞれ位置決めされた複数の光学素子4が位置し、各光学素子4は、はんだ3を介在させてベース部2に対して非接触にて固定される。光学素子ユニット1a, 1b, 1cが製作される場合には、6軸の自由度を有する支持部6により各光学素子4が位置決めされる。

#### 【0037】

なお、第2の基本構成は、一方の光学素子4により他方の光学素子4の位置決めの基準となる基準光軸5が決定され、一方の光学素子4の一部が第1の基本構成におけるベース部2に相当すると捉えると、第2の基本構成は第1の基本構成の応用であるといえる。また、第3の基本構成においても、基準光軸5を決定する一方の光学素子4が固定されたベース部2に対して他方の光学素子4が位置決めされると捉えた場合、第3の基本構成は第1の基本構成の応用であるといえる

#### 【0038】

図6は光学素子固定装置101により半導体レーザモジュール11が製作される様子を示す図であり（但し、保持部121上の部材の一部、支持アーム61および撮像部7のみを示している。）、図7は半導体レーザモジュール11を製作する工程の流れを示す図である。以下、図3、図4および図6を参照しながら図7に沿って半導体レーザモジュール11の製作工程および構造について説明する。

#### 【0039】

ベース部22には、図6中の(+Y)方向に突出する固定部221が設けられ、固定部221にはU型の断面形状を有する溝222が形成される。光ビームを出射する半導体レーザ41は事前にはんだ32を介して板状のサブマウント21に固定され、サブマウント21は、はんだ33（好ましくは、融点がはんだ32より低いもの）を介してベース部22に固定される。このとき、半導体レーザ4

1の光ビームを出射する面が固定部221に対向するように配置される。半導体レーザ41の取り付けにより、半導体レーザ41が出射する光ビームに対応する基準光軸5がベース部22に対して決定されることとなる（ステップS11）。

#### 【0040】

半導体レーザ41が取り付けられたベース部22は固定部221側の側面がベース部用補助部材122に当接するようにして保持部121上に載置され（図3参照）、保持部121に対して位置決めされる。なお、ベース部22が位置決めされる基準面は必要に応じて適宜変更されてもよく、例えば、ベース部22の固定部221側の側面に直交する側面と当接する部材が保持部121上に設けられ、この部材と保持部121の上面（およびベース部用補助部材122）とによりベース部22が位置決めされてもよい。すなわち、光学素子固定装置101ではベース部22は一定の面を基準面として保持部121上に載置されればよい。

#### 【0041】

続いて、コリメータレンズ用補助部材123上のコリメータレンズ42がはんだ60を介して支持アーム61により支持される（ステップS12）。具体的には、制御部151の制御により支持アーム61がアームヒータ161により加熱されつつ、アーム移動機構130によりコリメータレンズ用補助部材123に載置されたコリメータレンズ42上へと移動し、さらに、支持アーム61の先端にはんだ60が付与される。そして、支持アーム61の先端とコリメータレンズ42とが当接して、アームヒータ161による加熱が停止される。コリメータレンズ42はガラスにより形成されるが、はんだ60を介して支持アーム61の先端に固定するために外周面に金等の金属が予め蒸着されている（いわゆる、メタライズされている）。これにより、支持アーム61は容易にコリメータレンズ42を支持することができる。なお、コリメータレンズ42はコリメータレンズ用補助部材123の溝に沿って載置されることから、所定の姿勢にて支持アーム61に支持される。

#### 【0042】

固定部221の溝222には、粉末のはんだ31（例えば、ボールはんだやクリームはんだ等）が付与される（あるいは、予め付与されている。）。はんだ3

1は融点がはんだ32, 33, 60の融点よりも低いもの（例えば、融点が140度のもの）が利用され、ベース部22は保持部ヒータ124により保持部121を介してはんだ31の融点まで加熱される。

#### 【0043】

図8は、温度センサ125により検出される保持部121の温度と時間との関係（すなわち、温度プロファイル）を示す図である。図8において、時刻T1が保持部ヒータ124の加熱が開始されたときであり、時刻T2において保持部121の温度がはんだ31が溶融する温度Aとされる。保持部121の温度がAまで上昇すると保持部ヒータ124により保持部121が温度A（または、Aより若干高い温度）にて保持される。また、はんだ31が溶融する様子は保持部用撮像部174により撮像され、取得された画像からも確認される。はんだ31が溶融すると、支持アーム61によりコリメータレンズ42が溝222へと搬送される（ステップS13）。

#### 【0044】

半導体レーザ41には、プローブピン126を介して制御ユニット105に格納された半導体レーザ駆動部（図示省略）が電気的に接続され、半導体レーザ駆動部の制御により半導体レーザ41から光ビームがコリメータレンズ42（すなわち、図6中の（-Z）方向）に向けて出射される。光ビームはコリメータレンズ42を介してベース部22の（-Z）方向に位置する撮像部7へと導かれる。撮像部7では、コリメータレンズ42から導出される光ビームの状態を示す画像が取得され（ステップS14）、画像処理部152へと出力される（図4参照）。画像処理部152では、適宜、取得された画像に対して処理が施され、処理後の画像が制御部151へと出力される。制御部151が処理後の画像に基づいてアーム移動制御部153へ制御信号を出力することにより、支持アーム61がコリメータレンズ42をX, Y, Z軸方向へ移動、および、 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 軸を中心として回動し、半導体レーザ41を基準として（すなわち、光ビームが基準光軸5に沿うように）コリメータレンズ42の位置および姿勢が調整される（いわゆる、アクティブアライメントが行われる。）（ステップS15）。

#### 【0045】

図9 (a)ないし(d)は、コリメータレンズ42が位置決めされる様子を説明するための図である。図9 (a)は、コリメータレンズ42が適切に位置決めされた状態を示し、コリメータレンズ42からの光ビームが基準光軸5に平行な平行光（すなわち、平行度（コリメート性）が良好な状態）とされており、光ビームは検出用レンズ171により撮像デバイス172上に小さなスポットを結ぶ（すなわち、取得される画像中の明るい領域の大きさが小さくなる）。また、光ビームは撮像デバイス172上の所定の位置に照射されることから光ビームの方向性についても良好であることが確認できる。

#### 【0046】

図9 (b)の状態では、光ビームのコリメート性が調整不足であるため、撮像デバイス172上では光ビームのスポットが大きくなり、取得される画像中の明るい領域が、いわゆる、ぼけた状態となる。図9 (c)の状態では、コリメータレンズ42の位置や姿勢が適切でなく、光ビームの方向が基準光軸5からはずれた状態となり、撮像デバイス172上の所定の位置に光ビームが照射されない。

#### 【0047】

また、半導体レーザモジュール11が画像記録装置の光源等に利用される場合等では、コリメータレンズ42から出射直後の光ビームが利用されるため、上述した光ビームのコリメート性および方向性の調整に加えて、図9 (d)に示すように切替レンズ173を光ビームの光路上に配置させた状態でコリメータレンズ42の位置および姿勢が微調整される。すなわち、コリメータレンズ42から導出された直後の光ビームの状態を示す画像が取得され、この画像（すなわち、導出された直後の光ビームの断面形状）に基づいてコリメータレンズ42が位置決めされる。なお、ステップS14およびS15は必要に応じて繰り返される。

#### 【0048】

図10は製作途上の半導体レーザモジュール11を(-Z)側から(+Z)方向を向いて見たときの様子を示す図である。図10に示すように、高精度に（例えば、基準光軸5に対して0.1~0.2μmの精度にて）位置決めされたコリメータレンズ42はベース部22と非接触の状態とされており、コリメータレンズ42とベース部22との間には、はんだ31が十分に行き渡って介在する。な

お、この状態は保持部用撮像部174により取得される画像から確認される。コリメータレンズ42が位置決めされると、続いて、保持部ヒータ124による加熱が停止され（図8中の時刻T3）、自然冷却によりはんだ31の温度が低下し、硬化が開始される（ステップS16）。

#### 【0049】

各部材の温度が低下すると、収縮によりコリメータレンズ42の基準光軸5に対する相対的な位置が移動するが、はんだ31の硬化途上においても撮像部7ではコリメータレンズ42から導出される光ビームの画像が取得されるとともに（ステップS17）、コリメータレンズ42の位置が確認され（ステップS18）、制御部151により基準光軸5に対する相対移動に追従してコリメータレンズ42が位置決めされる（ステップS19）。ステップS17～S19は、はんだ31の硬化が終了するまで繰り返され（ステップS20）、これにより、コリメータレンズ42の基準光軸5に対する相対的な位置および姿勢が維持される（すなわち、撮像部7により取得される画像がはんだ31の硬化開始直前の状態をほぼ維持するように位置決めされる。）。

#### 【0050】

はんだ31が硬化すると（図8中の時刻T4）撮像部7により取得される画像が一定の状態となり、保持部121の温度が所定の温度（図8中の温度B（例えば、温度Aから数10度低い温度））以下であることが温度センサ125により確認される。その後、支持アーム61がアームヒータ161により加熱され、はんだ60が融解し、支持アーム61をコリメータレンズ42から分離することにより（ステップS21）、半導体レーザモジュール11が完成する。

#### 【0051】

以上のように、光学素子固定装置101では、コリメータレンズ42を基準光軸5に対して高精度に位置決めし、半導体レーザ41に対して固定された部位であるベース部22に非接触の状態ではんだ31により固定することができる。その結果、光学素子固定装置101では方向性およびコリメート性に優れた適切な光ビームを出射する半導体レーザモジュール11を製作することができるとともに、半導体レーザモジュール11の構造の簡素化（および小型化）が実現される

## 【0052】

また、光学素子固定装置101では、コリメータレンズ42の姿勢がコリメータレンズ用補助部材123により予め調整されるため、支持アーム61が保持部121に対して少なくとも3つの軸（ここでは、X、Y、Z軸）に関して相対的に移動することによりコリメータレンズ42が精度よく仮位置決めされる。コリメータレンズ42が支持アーム61に支持される際に姿勢が変化した場合であっても、支持アーム61が3つの移動軸（すなわち、X、Y、Z軸）に沿って相対移動するとともに3つの回転軸（すなわち、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 軸）を中心に相対回転することにより、ベース部22に非接触の状態で精度よく位置決めされる。

## 【0053】

なお、半導体レーザモジュール11は、図5（a）ないし（c）の基本構成のうち第1の基本構成に係る光学素子ユニット1aに対応している。すなわち、半導体レーザ41を固定することでベース部22に固定された基準光軸5に対してコリメータレンズ42が位置決めされる。また、半導体レーザ41（または、半導体レーザ41が固定されたサブマウント21）がベース部22に対して想定される基準光軸に対して位置決めされ、はんだを介在させてベース部22と非接触にて固定されてもよく、その場合、半導体レーザモジュールは図5（c）の第3の基本構成に係る光学素子ユニット1cに対応する。

## 【0054】

図11は、上述の半導体レーザモジュール11が利用された光学ヘッド8を示す図である。光学ヘッド8は、複数チャンネルの光源ユニット81を有し、光源ユニット81から出射される光ビームは両側テレセントリック光学系を形成するレンズ群82を介して感光材料等が位置する露光領域へと照射される。光源ユニット81は、半導体レーザモジュール11を支持するモジュール支持部811、半導体レーザモジュール11の駆動を制御する半導体レーザ駆動制御部812、および、半導体レーザモジュール11の温度を調整する温度調整部813を有し、モジュール支持部811に二次元に配列形成された複数の穴に半導体レーザモジュール11がそれぞれはめ込まれる。

## 【0055】

このとき、半導体レーザモジュール11はベース部22の固定部221側の側面を基準面として調整されているため（すなわち、コリメータレンズ42が位置決めされているため）、この側面がモジュール支持部811の面と当接することにより、光学ヘッド8において正確に位置決めされる。

## 【0056】

光学ヘッド8では半導体レーザモジュール11を利用することにより、複数チャネルの光ビームを適切に（例えば、一定の方向性にて）出射できる小型の光学ヘッド8が実現され、画像記録装置（例えば、ラスタ走査型画像記録装置）の小型化および高精度な描画が実現される。

## 【0057】

図12は、光学素子固定装置101により製作される他の例に係る光学素子ユニット12を示す図である。図12に示す光学素子ユニット12（例えば、マッハツエンダー型変調器）は、光ファイバ43、リチウムナイオベート（LN）等の誘電体材料やガリウムヒ素（GaAs）等の半導体材料により形成された光導波路素子44、複数のレンズ451が配列形成されたマイクロレンズアレイ45、および、ベース部23を有し、外部の光源（例えば、半導体レーザ）に接続された光ファイバ43から光ビームが光導波路素子44へと導入される。光ビームは光導波路素子44において分岐され、マイクロレンズアレイ45に含まれるレンズ451へとそれぞれ導出され、変調された光が所定の位置へと導かれる。

## 【0058】

図13は、光学素子固定装置101上の光学素子ユニット12を(+X)側から(-X)方向を向いて見たときの様子を示す図であり、光学素子ユニット12と支持アーム61（または、支持アーム62）のみを図示している。支持アーム62は先端が把持部621となっている。なお、光学素子ユニット12を製作する際には、光学素子固定装置1の支持アーム61と支持アーム62とが工程に応じて交換されるが、図9中では双方を図示している。光学素子ユニット12では、光ファイバ43が光導波路素子44に対して位置決めされた後に、マイクロレンズアレイ45が位置決めされる。以下、図7の製作工程の流れに準じて光学素

子ユニット12の製作工程および構造について詳述する。

【0059】

光導波路素子44は1つの光導波路入口441に対して複数の光導波路出口442を有し、ベース部23に固定される。これにより、光導波路素子44の光導波路入口441の向きに対応する基準光軸5aがベース部23に対して決定される（ステップS11）。続いて、先端部がメタライズされた（または、金属製スリーブが設けられた）光ファイバ43が支持アーム61によりはんだ60を介して保持部121上の別の場所（例えば、光ファイバ43用に設けられた補助部材上）で支持される（ステップS12）。ベース部23上において光導波路素子44の光導波路入口441側には、はんだ31aが付与され、ベース部23がはんだ31aの融点まで加熱される（すなわち、保持部121が加熱される）ことによりはんだ31aが溶融される。そして、支持アーム61により光ファイバ43が光導波路入口441へと搬送される（ステップS13）。

【0060】

製作途上において光ファイバ43には別途設けられた光源から光を導入することが可能とされており、光ファイバ43へと導入された光ビームは、光導波路入口441から光導波路素子44の内部へと導かれ、分岐された光が複数の光導波路出口442からそれぞれ導出される。導出された光は、別途設けられた専用のレンズ系を介して、撮像部7（図3参照）により受光され、画像が取得される（ステップS14）。支持アーム61は取得された画像が示す光の明るさや分布に基づいて、アーム移動機構130により光ファイバ43をX, Y, Z軸方向へ移動、および、 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 軸を中心として回動し、光の状態を示す画像が所定の状態となるように（すなわち、光ファイバ43の先端部が基準光軸5aに沿うように）光ファイバ43の先端部を位置決めする（ステップS15）。このとき、光ファイバ43とベース部23との間は、はんだ31aが介在する状態となっている。

【0061】

続いて、ベース部23の加熱を停止することにより、はんだ31aの硬化が開始されるとともに（ステップS16）、冷却による基準光軸5aの相対移動に追

従して光ファイバ43の位置決めが繰り返される（ステップS17～S19）。はんだ31aが硬化すると（ステップS20）、支持アーム61がアームヒータ161により加熱されてはんだ60が溶融し、光ファイバ43から分離される（ステップS21）。

#### 【0062】

光ファイバ43がベース部23に固定されると、続いて、マイクロレンズアレイ45が保持部121上の別の場所で支持アーム62の把持部621にて把持される（ステップS12）。なお、マイクロレンズアレイ45の位置決めの基準となる複数の基準光軸5bは、光導波路素子44の複数の光導波路出口442の向きに対応することから、光導波路素子44がベース部23に固定された時点で既に複数の基準光軸5bが決定されている（ステップS11に相当）。

#### 【0063】

そして、ベース部23の光導波路出口442側（すなわち、（-Z）側）の側面231にはんだ31bが付与されつつベース部23がはんだ31bの融点まで加熱され、マイクロレンズアレイ45が支持アーム62により側面231へと搬送される（ステップS13）。マイクロレンズアレイ45の各レンズ451間の距離は各光導波路出口442間の距離と等しくされており、各レンズ451が各光導波路出口442に対応する位置にてマイクロレンズアレイ45が保持される。なお、マイクロレンズアレイ45のベース部23に対向する面はメタライズされており、はんだ31bはその融点がはんだ31aの融点よりも低いものが使用される。

#### 【0064】

光導波路素子44の光導波路出口442よりマイクロレンズアレイ45に向けて導出される複数の光は、それぞれレンズ451を介して撮像部7（図3参照）へと導かれ、複数の光に対応する画像が取得される（ステップS14）。制御部151の制御により支持アーム62は取得された画像に基づいて、マイクロレンズアレイ45を互いに直交する3方向に移動するとともに互いに直交する3軸を中心として回動し、導出される複数の光がそれぞれ基準光軸5bに沿いつつ、適切な状態となるようにマイクロレンズアレイ45が位置決めされる（ステップS

15）。このとき、マイクロレンズアレイ45とベース部23との間は、はんだ31bが介在する状態とされる。そして、はんだ31bの硬化が開始され（ステップS16）、マイクロレンズアレイ45が基準光軸5bに対する相対移動に追従して位置決めされる（ステップS17～S19）。はんだ31bが硬化すると（ステップS20）、支持アーム62によるマイクロレンズアレイ45の把持が解除される（ステップS21）。

#### 【0065】

以上のように、光学素子固定装置101では、光ファイバ43およびマイクロレンズアレイ45を、はんだ31a、31bを介して非接触にてベース部23に固定しつつ、光導波路素子44が決定する基準光軸5a、5bに対して高精度にそれぞれ位置決めすることができる。その結果、光学素子固定装置101により光が効率よく導入され、分岐した光を適切な方向に出射することができる光学素子ユニット12が容易に製作され、光学素子ユニット12の構造を簡素化することができる。なお、光学素子ユニット12は、ベース部23と光ファイバ43との関係では第1の基本構成に係る光学素子ユニット1a（図5（a））に対応し、ベース部23、光ファイバ43および光導波路素子44を一体的に捉えた場合、光導波路素子44とマイクロレンズアレイ45との関係では第2の基本構成に係る光学素子ユニット1b（図5（b））に対応している。

#### 【0066】

図14は光学素子固定装置101により製作されるさらに他の例に係る光学素子ユニット13を示す図である。図14に示す光学素子ユニット13では、複数の半導体レーザ41のそれぞれがマイクロレンズアレイ46のレンズ461に対応する位置に固定され、複数チャンネルの光源ユニットとなっている。なお、図14に示す光学素子ユニット14を製作する際には、支持アーム62として先端が（-Z）方向へと向く把持部となったものが利用される。

#### 【0067】

図15は、光学素子ユニット13の縦断面図であり、光学素子ユニット13の一部のみを示している。以下、図7に準じて光学素子ユニット13の製作工程および構造について説明を行う。

## 【0068】

光学素子ユニット13では、製作の際の基準となる複数の基準光軸5がマイクロレンズアレイ46のレンズ461の光軸に対応している（すなわち、図7中のステップS11は不要とされる。）。半導体レーザ41は予めサブマウント21に固定され、サブマウント21は補助板24に固定される。続いて、X、Y、Z軸方向へ移動可能、かつ、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 軸を中心として回動可能な支持アーム62により補助板24が把持される（ステップS12）。マイクロレンズアレイ46の一方の面462はメタライズされており、支持アーム62により半導体レーザ41が補助板24とともに1つのレンズ461に対応する位置へと搬送される（ステップS13）。

## 【0069】

そして、補助板24と主面462との間にはんだ31が付与されつつ、補助板24がアームヒータ161により支持アーム62を介してはんだ31の融点まで加熱される。これにより、図15に示すように補助板24とマイクロレンズアレイ46との間にはんだ31が介在する状態とされる。

## 【0070】

半導体レーザ41は半導体レーザモジュール11の例と同様に、半導体レーザ駆動部へと電気的に接続され、半導体レーザ駆動部の制御により半導体レーザ41から光ビームが出射される。光ビームはレンズ461を介して撮像部7（図3参照）へと導かれ、光ビームの状態に対応する画像が取得される（ステップS14）。

## 【0071】

支持アーム62は制御部151の制御により取得された画像に基づいて、半導体レーザ41を移動および回動し、基準光軸5に対して半導体レーザ41が位置決めされる（ステップS15）。このとき、マイクロレンズアレイ46と補助板24とは非接触の状態とされ、補助板24の加熱を停止することにより、はんだ31の硬化が開始され（ステップS16）、半導体レーザ41の位置決めが基準光軸5の相対移動に追従して繰り返される（ステップS17～S19）。はんだ31が硬化すると（ステップS20）、支持アーム62による補助板24の把持

が解除される（ステップS21）。

【0072】

ステップS12～ステップS21の工程が、複数の基準光軸5のそれぞれに対して繰り返され、複数の半導体レーザ41がマイクロレンズアレイ46に固定される。

【0073】

以上のように、光学素子固定装置101では、複数の半導体レーザ41をそれぞれマイクロレンズアレイ46の複数のレンズ461が決定する複数の基準光軸5に対して高精度に位置決めしつつ、はんだ31を介してマイクロレンズアレイ46に非接触にて固定することができる。これにより、光学素子固定装置101では、複数チャンネルの光源ユニットである光学素子ユニット13を容易に製作でき、光学素子ユニット13において、光ビームの出射方向を高精度に決定することができるとともに構造を簡素化することができる。なお、光学素子ユニット13では、マイクロレンズアレイ46が複数の基準光軸5を決定しつつ半導体レーザ41を支持するベースとなっており、マイクロレンズアレイ46の各レンズと半導体レーザ41とは、図5（b）の第2の基本構成に係る光学素子ユニット1bに対応する。

【0074】

図16は、さらに他の例に係る光学素子ユニット14を光学素子固定装置101において製作する様子を示す図である。光学素子ユニット14は、光通信用等の半導体レーザに接続された複数の光ファイバ43がベース部23上に高精度に配列されたものである。以下、光学素子ユニット14をファイバアレイ14と呼び、図16を参照しながら図7に準じてファイバアレイ14を製作する流れおよびファイバアレイ14の構造上の特徴について言及する。

【0075】

まず、ベース部23が撮像部7に正対して配置され（すなわち、保持部121に載置され）、ベース部23に対して想定される複数の基準光軸5が決定される（ステップS11）。続いて、先端部がメタライズされた（または、先端部に金属製スリーブが設けられた）光ファイバ43がはんだ60を介して支持アーム6

1により支持される（ステップS12）。支持アーム61はX, Y, Z軸方向へ移動、および、 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 軸を中心として回動可能とされ、支持アーム61により光ファイバ43がベース部23上方の複数の基準光軸5のうちの1つに対応する位置近傍へと移動する（ステップS13）。

## 【0076】

図17は、製作途上のファイバアレイ14を（-Z）側から（+Z）方向を向いて見たときの様子を示す図である。図17に示すように、ベース部23には、はんだ31が付与されており、ベース部23をはんだ31の融点まで加熱する（すなわち、保持部ヒータ124が保持部121を加熱する）ことによりはんだ31を溶融し、光ファイバ43とベース部23との間にはんだ31が介在する状態とされる。ここで、光ファイバ43のコアから光ビームが出射され、撮像部7にて取得される光ビームの画像に基づいて支持アーム61が移動し、光ファイバ43がベース部23を基準とする位置に（具体的には、光ファイバ43の中心軸が基準光軸5に）位置決めされる（ステップS14, S15）。

## 【0077】

このとき、半導体レーザモジュール11の場合と同様に、切替レンズ173を光路上に配置させることにより、光ファイバ43のコアの位置が確認され、光ファイバ43が基準光軸5に対応して配列される。そして、切替レンズ173を別途設けられた他のレンズに切り替えて光ビームの方向性が確認される。続いて、ベース部22の加熱を停止してはんだ31の硬化が開始される（ステップS16）。撮像部7において、光ビームの画像を確認しながら、基準光軸5の相対移動に追従して光ファイバ43の位置決めが繰り返される（ステップS17～S19）。

## 【0078】

はんだ31が硬化すると（ステップS20）、支持アーム61が加熱されて光ファイバ43から分離される（ステップS21）。そして、ステップS12～S21が繰り返されることにより、次の光ファイバ43が次の基準光軸5に対して位置決めされる。このようにして、ベース部23上に複数の光ファイバ43が高精度に配列される。なお、一度溶融し固化したはんだ31は、直前に溶融された

温度より高温にしなければ再溶融しないことが経験的に判っており、ベース部23を加熱する温度を管理することで、複数の光ファイバ43をベース部23に固定することができる。

## 【0079】

また、上記説明におけるステップS18において基準光軸5の移動は既に取り付けられている光ファイバ43からの光に基づいて検出されてもよく、別途設けられた検出器により検出されてもよい。

## 【0080】

以上のように、光学素子固定装置101では、ベース部23に相対的に固定された複数の基準光軸5に対して複数の光ファイバ43をそれぞれ高精度に位置決めしつつ、はんだ31を介在させてベース部23と非接触にて固定することができる。これにより、光学素子固定装置101では、方向性に優れた複数の光ビーム（すなわち、出射角度が適切に調整された複数の光ビーム）を出射するファイバアレイ14の構造を簡素化することができ、製作コストを削減することができる。なお、各光ファイバ43とベース部23とは、第1の基本構成に係る光学素子ユニット1aに対応している。

## 【0081】

また、光学素子固定装置101では、光学素子を固定する固定媒体としてははんだ31に代えてガラスパウダが利用されてもよく、この場合、基準光軸5に対して位置決めされた光学素子（例えば、コリメータレンズ42）がガラスパウダを介在させてベース部と非接触にて固定される。これにより、光学素子固定装置101では、光学素子がガラスパウダにより固定されつつ、高精度に位置決めされた光学素子ユニットを製作することができる。

## 【0082】

図18は本発明の第2の実施の形態に係る光学素子固定装置101aを示す斜視図である。図18に示す光学素子固定装置101aでは、エア供給部127aに接続されたエアノズル127bにより構成される冷却部127が設けられ、冷却部127により保持部121に向けてエア（または、窒素ガス）が付与される。他の構成は第1の実施の形態に係る光学素子固定装置101と同様であり、同

符号を付している。

【0083】

図18の光学素子固定装置101aでは、図3の光学素子固定装置101と比較して、はんだ31を硬化する手法が異なる。具体的には、図7のステップS16においてはんだ31を硬化する際に、冷却部127から保持部121に向けてエアが付与される。すなわち、はんだ31の硬化時には保持部ヒータ124による加熱が停止されつつ、冷却部127により強制冷却される。これにより光学素子固定装置101aでは、はんだ31を短時間で硬化することができる。なお、ステップS17～S20において光学素子（例えば、コリメータレンズ42）が基準光軸5に対する相対移動に追従して位置決めされる手法は、第1の実施の形態と同様である。

【0084】

また、光学素子固定装置101aがはんだ31を硬化する他の例として、保持部121が保持部ヒータ124により常時加熱され、冷却部127により逐次エアが付与されてもよい。例えば、半導体レーザモジュール11の例では、まず、保持部ヒータ124によりはんだ31の溶融温度に維持された保持部121上に、半導体レーザ41が固定されたベース部22が載置され、はんだ31が溶融される（すなわち、ステップS13の一部の処理が行われる。）。半導体レーザ41はプローブピン126を介して電気的に接続され、コリメータレンズ42がX、Y、Z軸方向へ移動、および、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 軸を中心として回動可能な支持アーム61により支持され（予め支持されていてもよい。）（ステップS12）、溶融したはんだ31を有する溝222へと搬送される（図6参照）（ステップS13）。そして、第1の実施の形態と同様に、撮像部7により画像が取得され、画像に基づいてコリメータレンズ42が迅速に位置決めされる（ステップS14、S15）。

【0085】

続いて、保持部121が加熱されたままで冷却部127からエアが付与される。このとき、保持部121は冷却部127によりベース部22を含む上面近傍のみが冷却され、温度が低下する。コリメータレンズ42の位置決めが温度低下に

による基準光軸5の相対移動に追従して繰り返され、はんだ31の硬化が終了してコリメータレンズ42が固定される（ステップS16～S20）。支持アーム61は加熱されつつコリメータレンズ42から離され（ステップS21）、はんだ31の固化温度以下に保たれた半導体レーザモジュール11が保持部121から取り外される。そして、冷却部127からのエアの付与が停止され、保持部121の上面近傍の温度が迅速にはんだ31の溶融温度に加熱される。このように、光学素子固定装置101aの他の例に係る光学素子ユニット製作方法では、保持部121が常時加熱されながら、ベース部22の温度プロファイル（すなわち、温度の経時変化）が第1の実施の形態に係る例と同様とされるため、適切に光学素子ユニット（例えば、光学素子ユニット11～14）を製作することができる。

#### 【0086】

以上のように、第2の実施の形態に係る光学素子固定装置101aでは、保持部ヒータ124および冷却部127により保持部121の温度が制御される。これにより、光学素子固定装置101aでは、はんだ31が迅速に溶融または固化され、光学素子が高精度に位置決めされた光学素子ユニットを適切に製作することができる。

#### 【0087】

図19は本発明の第3の実施の形態に係る光学素子固定装置101bを示す斜視図である。光学素子固定装置101bでは、図3の光学素子固定装置101に比較して、保持部ヒータ124および温度センサ125が削除され、光照射部128が設けられる。光照射部128は光源128aに接続された光ファイバ128bを有し、保持部121上の光学素子ユニットに向けて光（例えば、紫外線）が照射される。他の構成は第1の実施の形態に係る光学素子固定装置101と同様であり、同符号を付している。

#### 【0088】

光学素子固定装置101bでは、光学素子を固定する固定媒体として紫外線硬化樹脂を含む接着剤が利用される。以下、図6を参照しながら半導体レーザモジュール11を製作する例において説明を行う（但し、図6中のはんだ31を接着

剤として説明する。）。第1の実施の形態と同様に、保持部121に対して互いに垂直な3つの移動軸に沿って相対移動、および、互いに垂直な3つの回動軸を中心に相対回動可能な支持アーム61に支持されたコリメータレンズ42がベース部22の溝222へと移動し、撮像部7の出力に基づいて基準光軸5に対して位置決めされると（ステップS11～S15）、溝222に接着剤（図6中の符号31に対応する。）が付与され、光照射部128から溝222近傍へ向けて紫外線が照射される。これにより、接着剤の硬化が開始され（ステップS16）、硬化が終了するまでの間（例えば、数10秒間）、接着剤の収縮による基準光軸5の相対移動を撮像部7による画像から確認しつつ、コリメータレンズ42の位置決めが相対移動に追従して繰り返される（ステップS17～S19）。

#### 【0089】

画像から基準光軸5の相対移動が停止したことが確認されると（すなわち、接着剤が硬化したことが確認されると）（ステップS20）、支持アーム61が加熱されてコリメータレンズ42から分離され、半導体レーザモジュール11が保持部121から取り外される。なお、同様の手法により他の光学素子ユニット（例えば、光学素子ユニット12～14）が光学素子固定装置101bにより製作されてもよい。

#### 【0090】

以上のように、第3の実施の形態に係る光学素子固定装置101bでは光照射部128が設けられることにより、光学素子とベース部との間に介在する接着剤が硬化されつつ、光学素子が高精度に位置決めされた光学素子ユニットを適切に製作することができる。なお、接着剤に含まれる樹脂成分は必ずしも紫外線硬化性樹脂である必要はなく、例えば、熱硬化性樹脂であってもよい。その場合、第1の実施の形態と同様に、保持部ヒータ124により接着剤が硬化されてもよい。

#### 【0091】

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

#### 【0092】

支持アームは上記実施の形態に限定されず、真空吸着により光学素子を支持するコレットでもよい。コレットが使用される場合は、真空のON/OFFにより光学素子が支持または離された状態とされる。また、はんだを介在して光学素子を支持する支持アームでは、はんだに替えて接着剤が利用されてもよく、その場合、支持アームを回動することにより支持アームと光学素子とが分離されてもよい。

## 【0093】

光学素子固定装置には、はんだ、または、接着剤を供給する固定媒体供給部が設けられ、制御部151の制御に基づいて固定媒体供給部からベース部に固定媒体が付与されてもよい。

## 【0094】

支持アーム61に支持される光学素子、または、ベース部に取り付けられた光学素子を介して出射される光は必ずしも撮像部7により受光される必要はなく、例えば、光の方向性のみに基づいて光学素子が位置決めされる際には、受光する光の位置を検出するP.S.D.素子等により光が受光されてもよい。

## 【0095】

光学素子固定装置に光ビームを出射する光源が設けられ、この光ビームを基準光軸として光学素子が位置決めされてもよい。

## 【0096】

光学素子固定装置では、いかなる光学素子ユニットにおいても、基準光軸に対して位置決めされることに加えて、光学素子から導出される光の状態が所望の状態（例えば、コリメート調整がされた状態）となるように位置決めされてもよい。具体的には、複数の光学素子が固定される光学素子ユニットであって、撮像部7に近い光学素子（すなわち、光の進行方向に関して前方の光学素子）がレンズである場合には、前方の光学素子と撮像部7との間において切替レンズ173が配置された状態において、前方の光学素子と撮像部7の撮像デバイス172とが光学的に共役とされて、いずれかの光学素子が位置決めされてもよい。

## 【0097】

光学素子ユニットが有する光学素子は、必ずしもコリメータレンズ、マイクロ

レンズアレイに含まれるレンズ、光ファイバ、半導体レーザまたは光導波路素子である必要はなく、他の光学素子（例えば、数10nm～数μmの位置決め精度が要求される微小な光学素子）であってもよい。光学素子固定装置は、微小な光学素子であっても精度よく位置決めできる。また、基準光軸5を決定する光学素子は半導体レーザ、光導波路素子またはマイクロレンズアレイに含まれるレンズ以外の光学素子であってもよく、例えば、光を出射する光学素子としては、発光ダイオード等、半導体レーザとは異なる種類の半導体発光素子であってもよい。

## 【0098】

複数の光学素子が位置決めされる光学素子ユニットにおいて、光学素子が配列される態様は上記実施の形態に限定されない。本発明に係る光学素子固定装置では、光学素子の位置および姿勢を自在に決定することが可能であるため（すなわち、多くの自由度にて調整が可能であるため）、光学素子を複雑に配列させつつ高精度な光軸調整が可能である。

## 【0099】

## 【発明の効果】

本発明によれば、光学素子を高精度に位置決めしてベース部に固定することができる。

## 【0100】

また、請求項8の発明では、前方光学素子から出射直後の光の状態に基づいて光学素子を位置決めすることができる。

## 【0101】

また、請求項10の発明では、光学素子を自在に位置決めすることができる。

## 【0102】

また、請求項12の発明では、光学素子を容易に支持することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

従来の光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

## 【図2】

従来の光学素子ユニットを示す斜視図である。

【図3】

第1の実施の形態に係る光学素子固定装置を示す斜視図である。

【図4】

光学素子固定装置の構成を示すブロック図である。

【図5】

(a) ないし (c) は光学素子ユニットの基本構成を示す図である。

【図6】

光学素子ユニットを製作する様子の例を示す図である。

【図7】

光学素子ユニットを製作する工程の流れを示す図である。

【図8】

保持部の温度プロファイルを示す図である。

【図9】

(a) ないし (d) はコリメータレンズが位置決めされる様子を説明するための図である。

【図10】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図11】

光学ヘッドを示す斜視図である。

【図12】

光学素子ユニットの他の例を示す斜視図である。

【図13】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図14】

光学素子ユニットを製作する様子のさらに他の例を示す図である。

【図15】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図16】

光学素子ユニットを製作する様子のさらに他の例を示す図である。

【図17】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図18】

第2の実施の形態に係る光学素子固定装置を示す斜視図である。

【図19】

第3の実施の形態に係る光学素子固定装置を示す斜視図である。

【符号の説明】

1 a～1 c, 1 1～1 4 光学素子ユニット

2, 2 2, 2 3 ベース部

3, 3 1, 3 1 a, 3 1 b, 3 2, 3 3, 6 0 はんだ

4 光学素子

5, 5 a, 5 b 基準光軸

7 撮像部

4 1 半導体レーザ

4 2 コリメータレンズ

4 3 光ファイバ

4 4 光導波路素子

4 5, 4 6 マイクロレンズアレイ

6 1, 6 2 支持アーム

1 0 1, 1 0 1 a, 1 0 1 b 光学素子固定装置

1 2 1 保持部

1 2 4 保持部ヒータ

1 2 7 冷却部

1 2 8 光照射部

1 3 0 アーム移動機構

1 5 1 制御部

1 6 1 アームヒータ

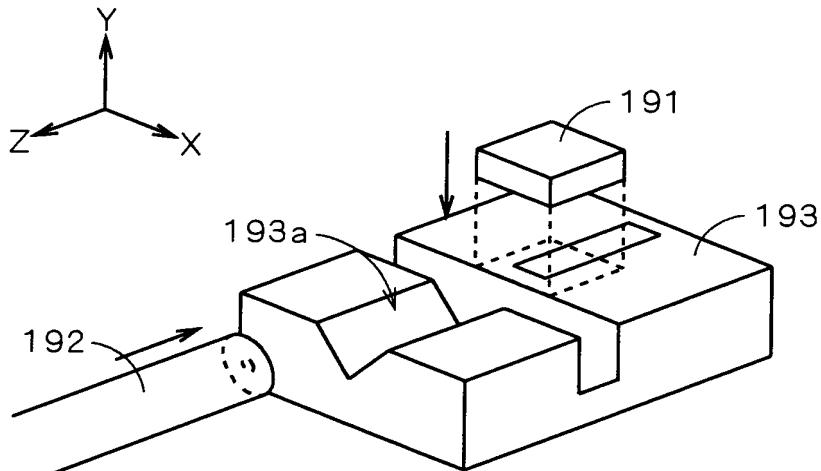
1 7 2 撮像デバイス

1 7 3 切替レンズ

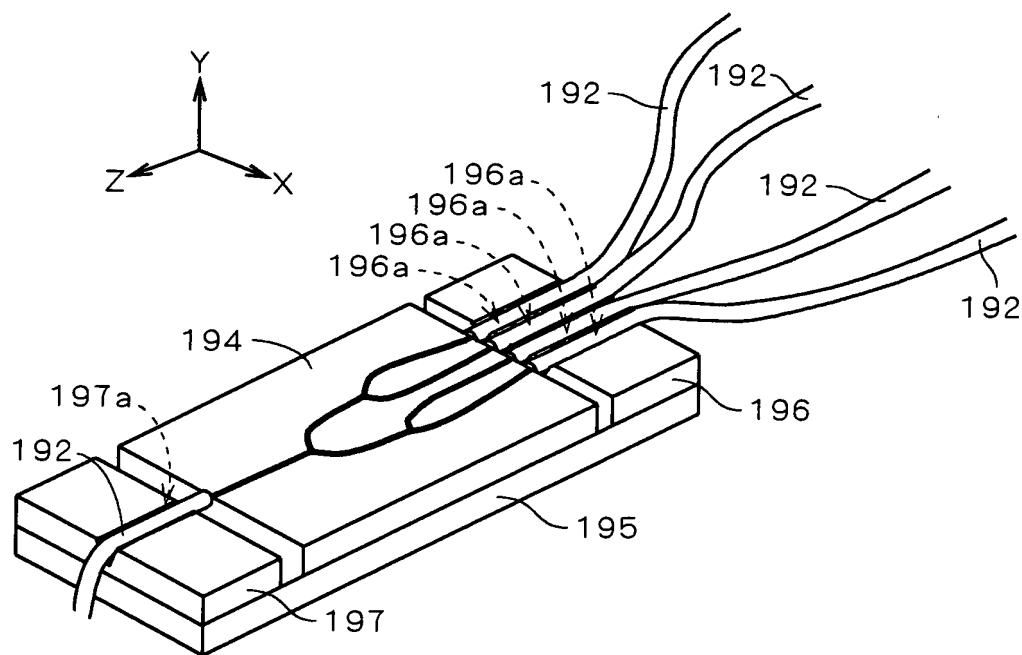
451, 461 レンズ

S11~S21 ステップ

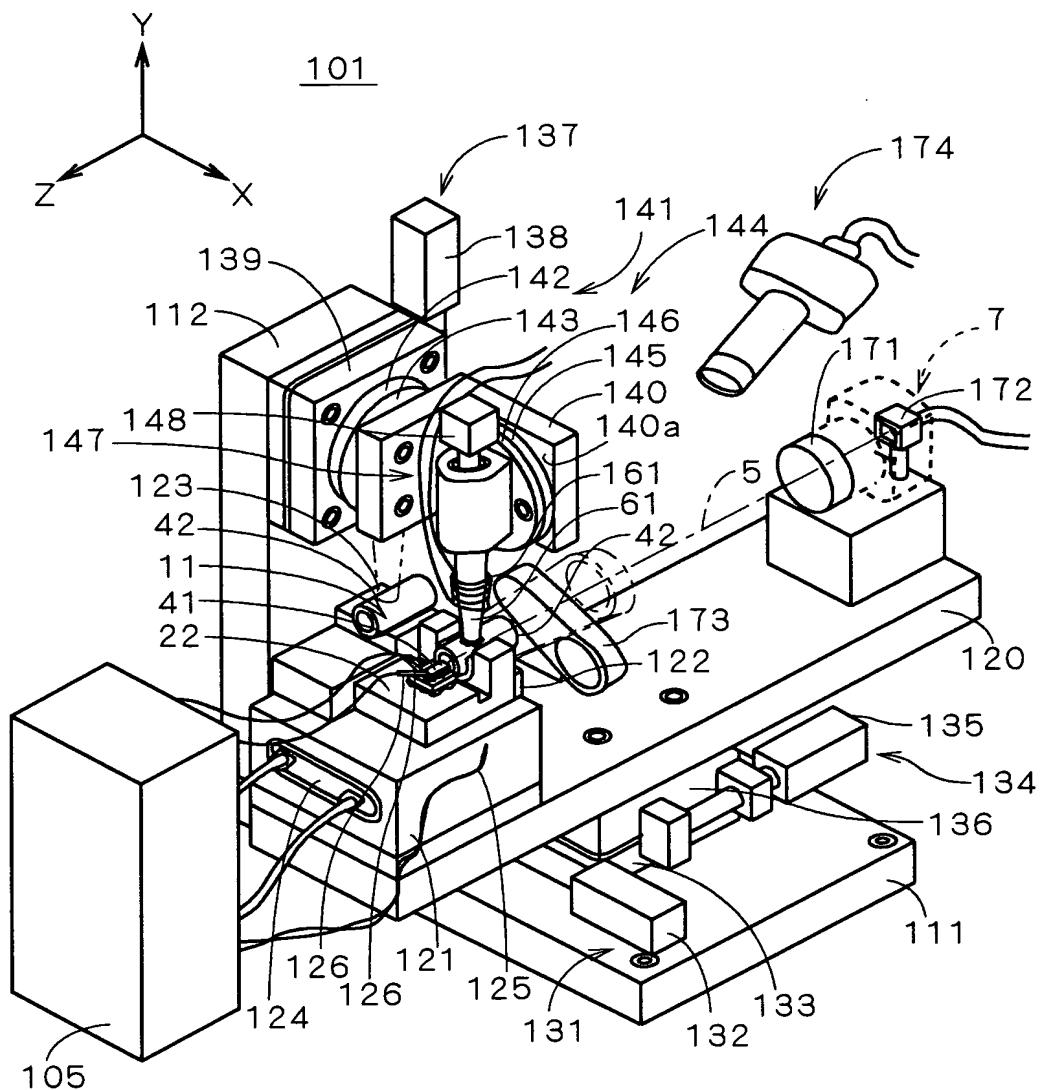
【書類名】 図面  
【図1】



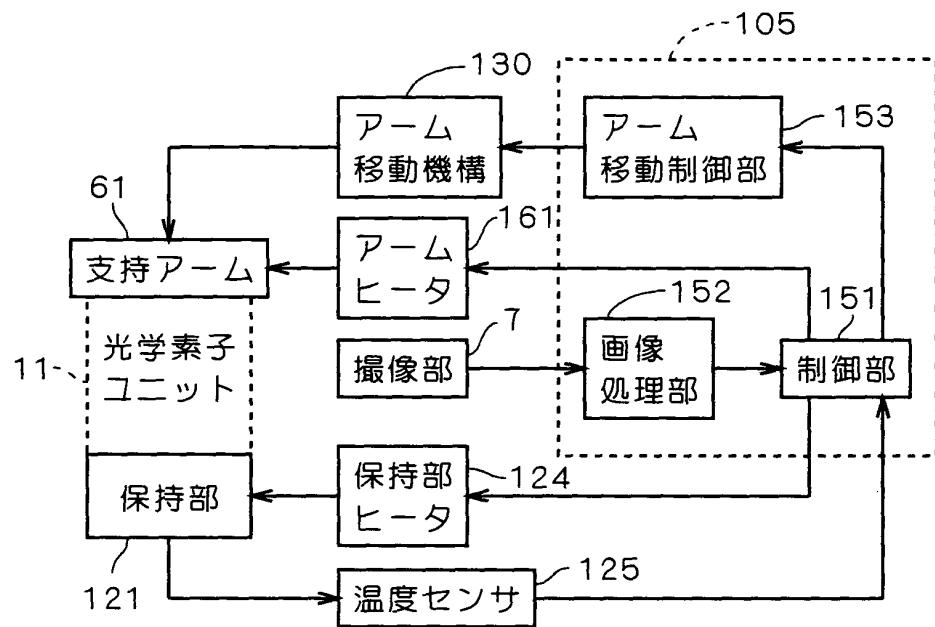
【図2】



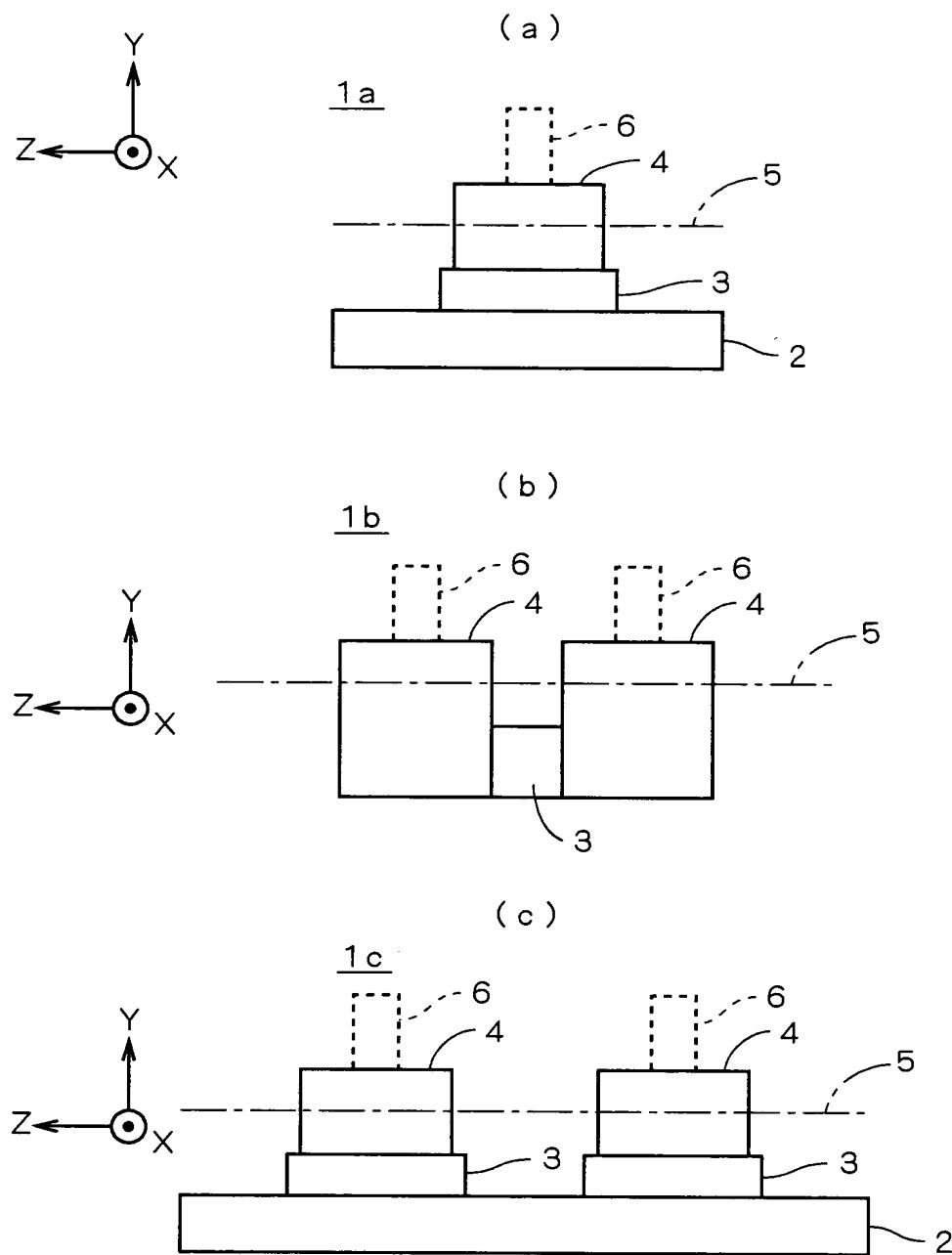
【図3】



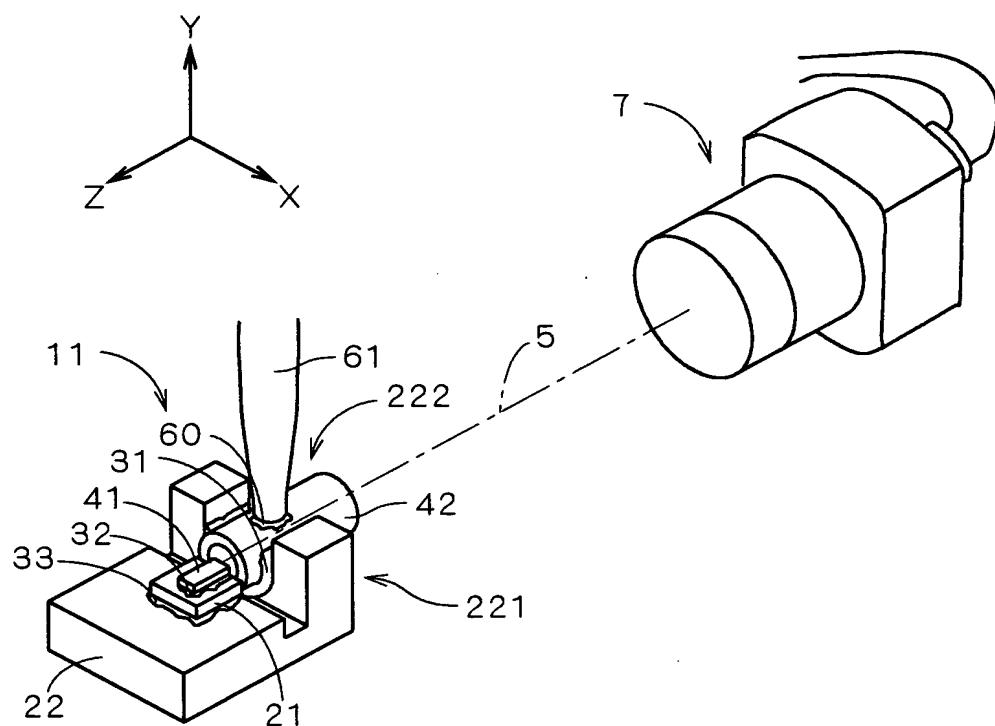
[図4]



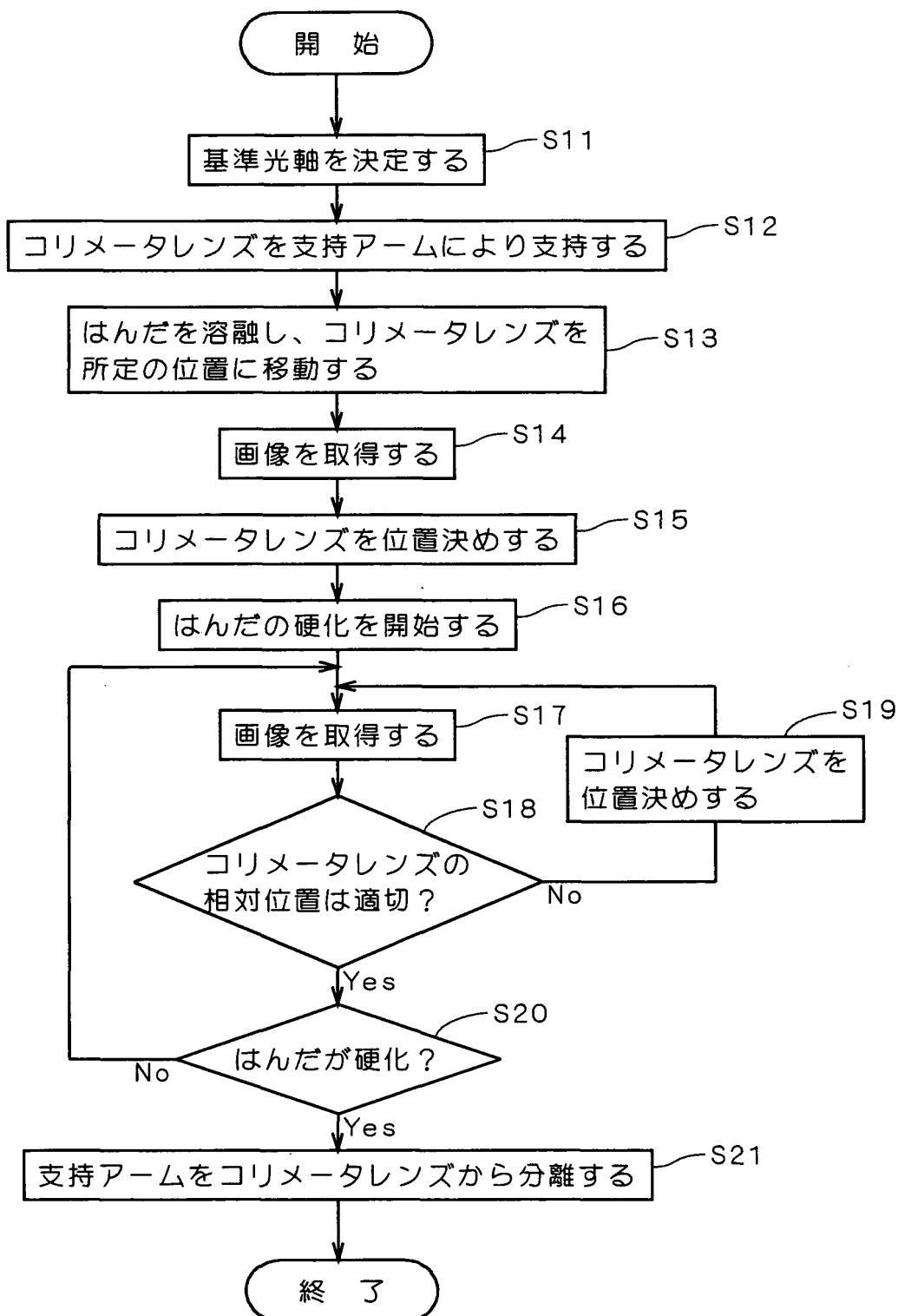
【図5】



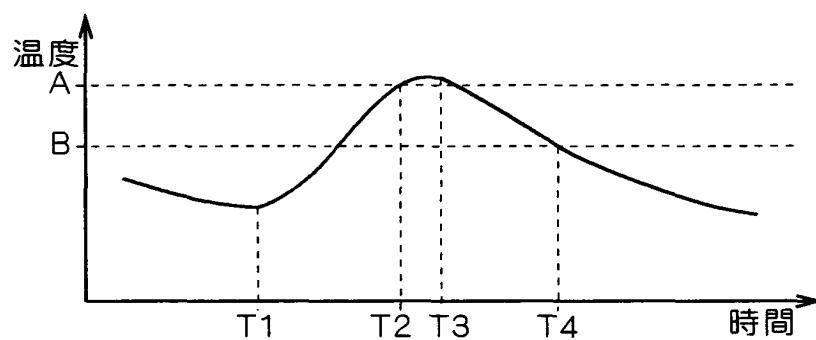
【図6】



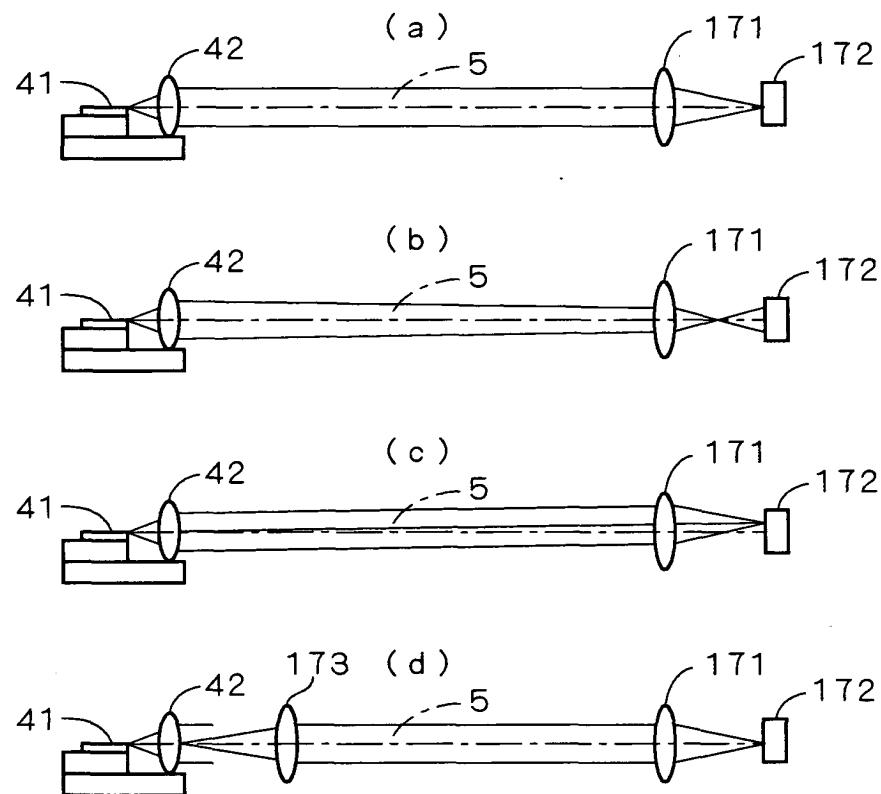
【図7】



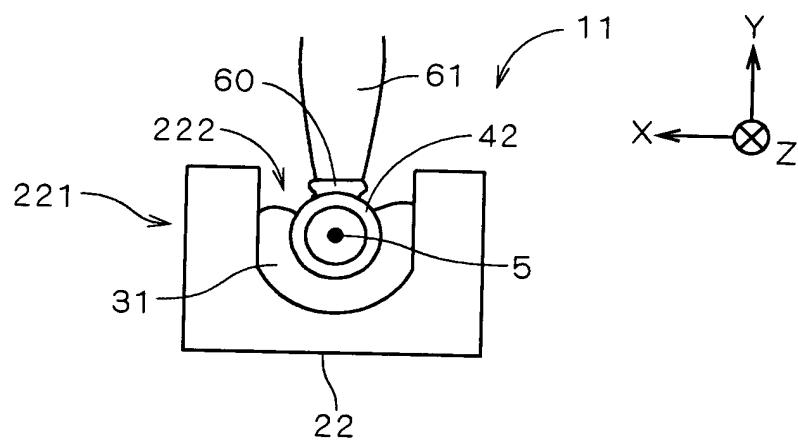
【図8】



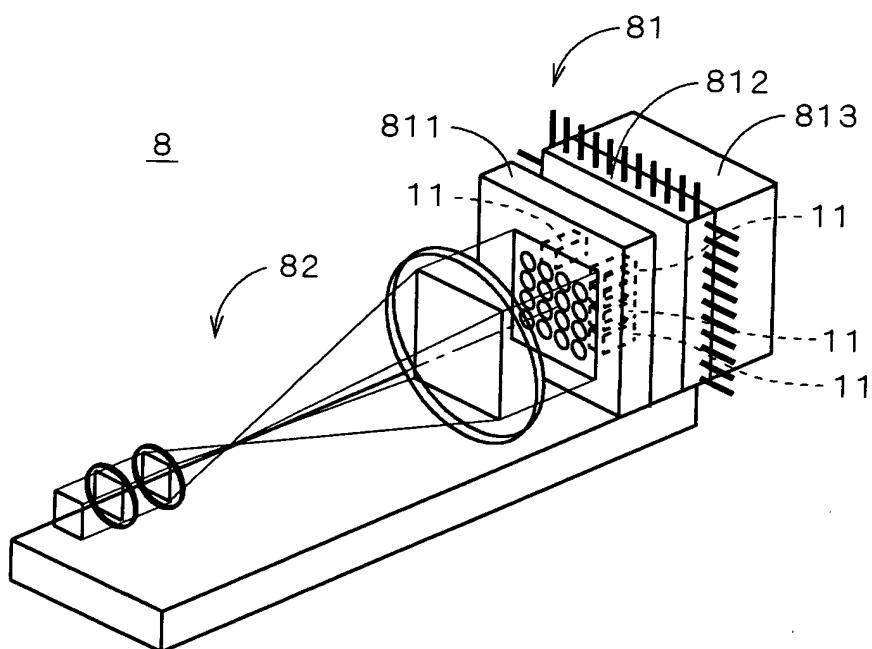
【図9】



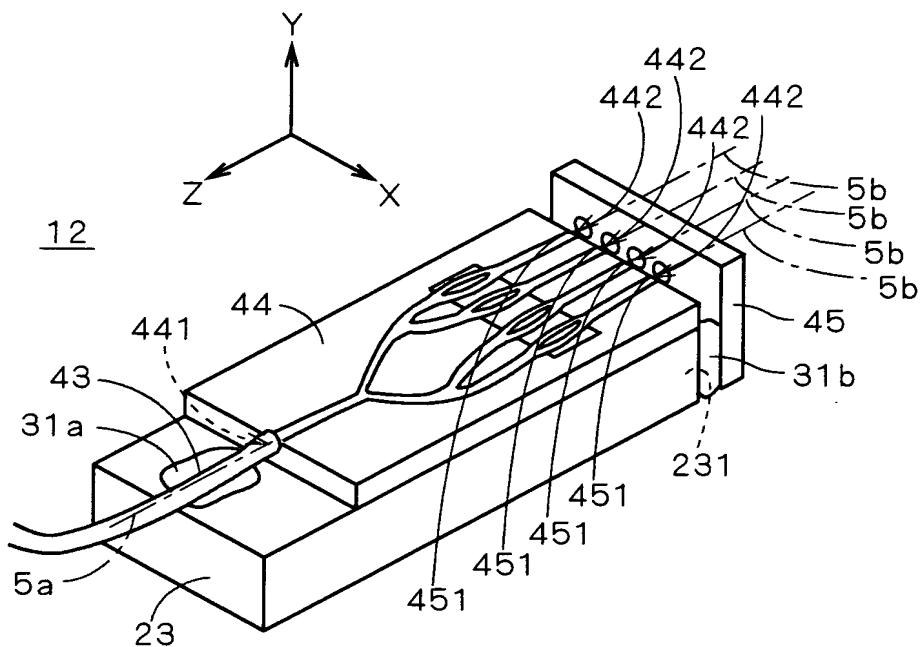
【図10】



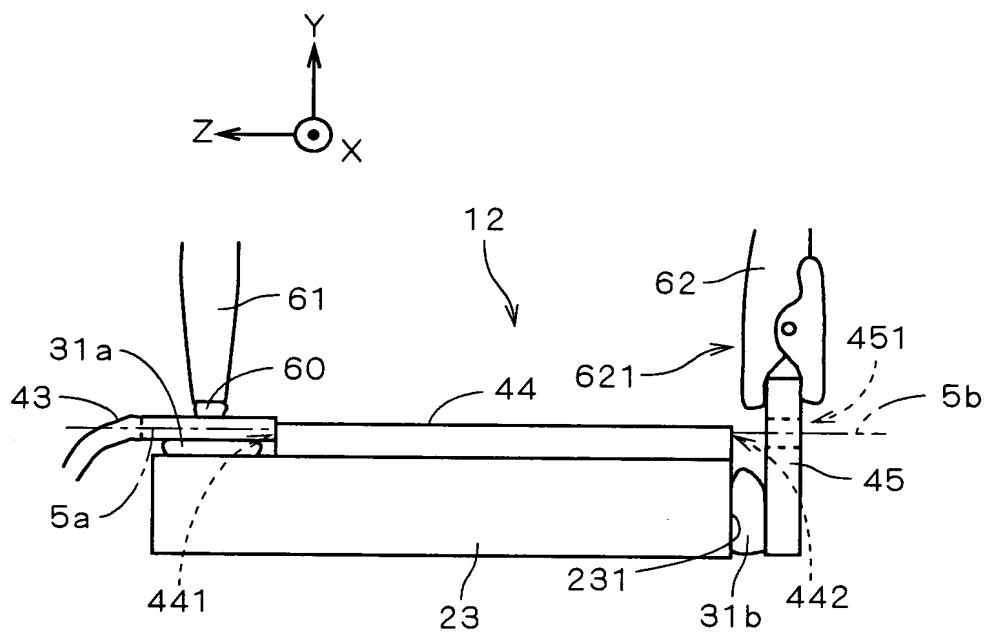
【図11】



【図12】

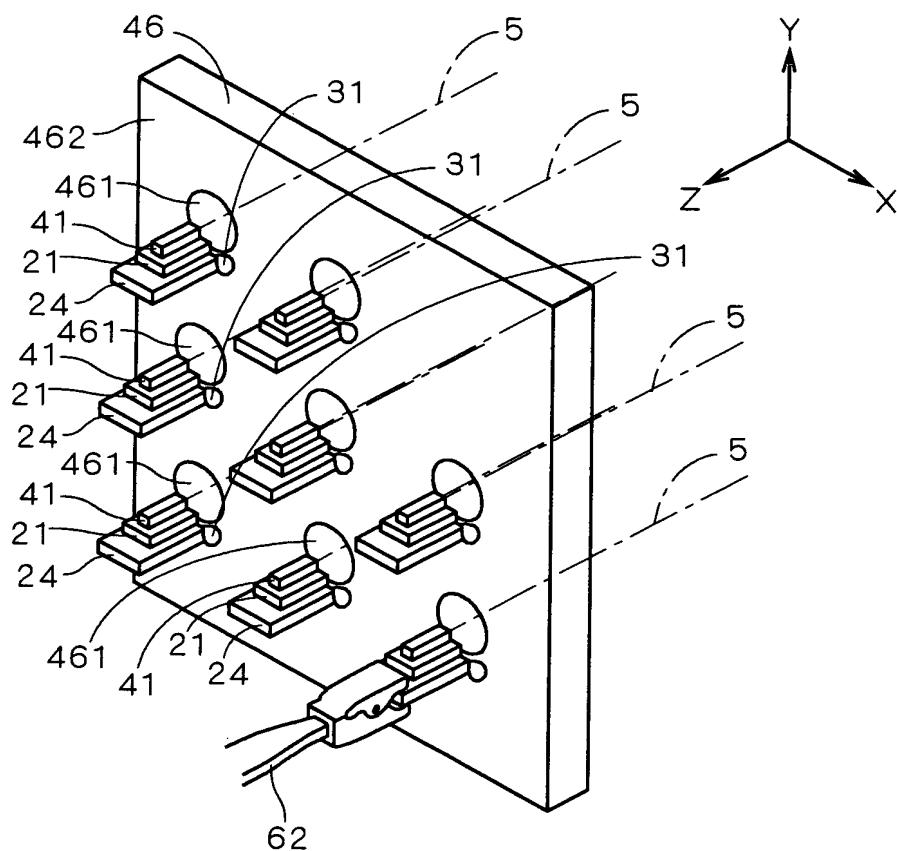


【図13】

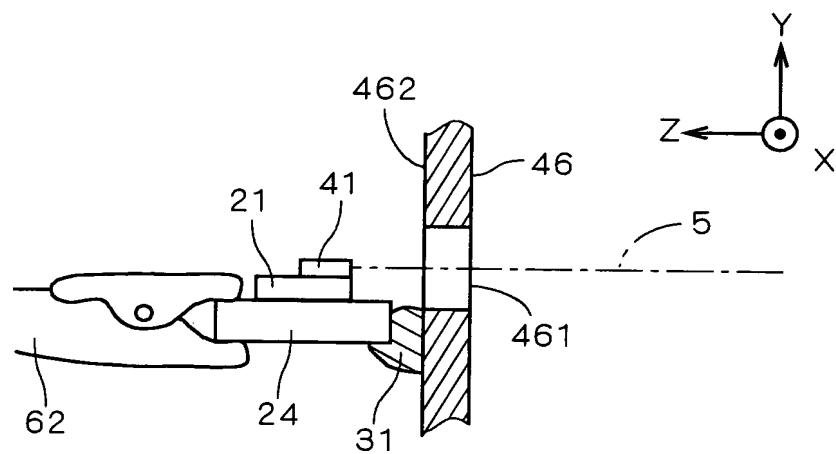


【図14】

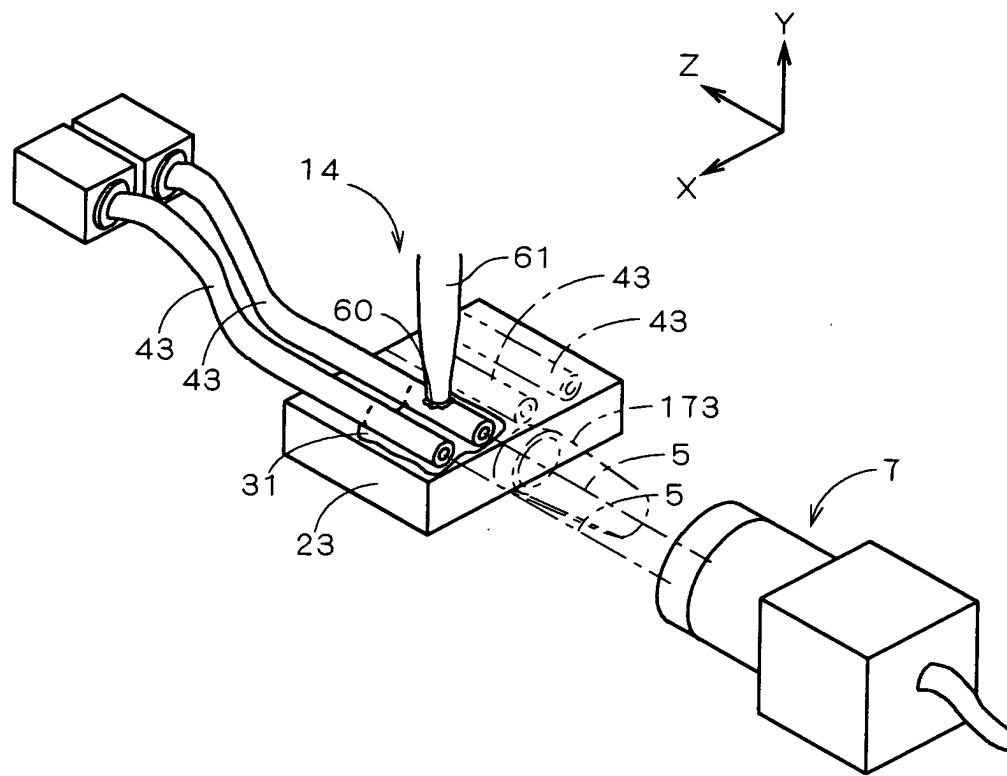
13



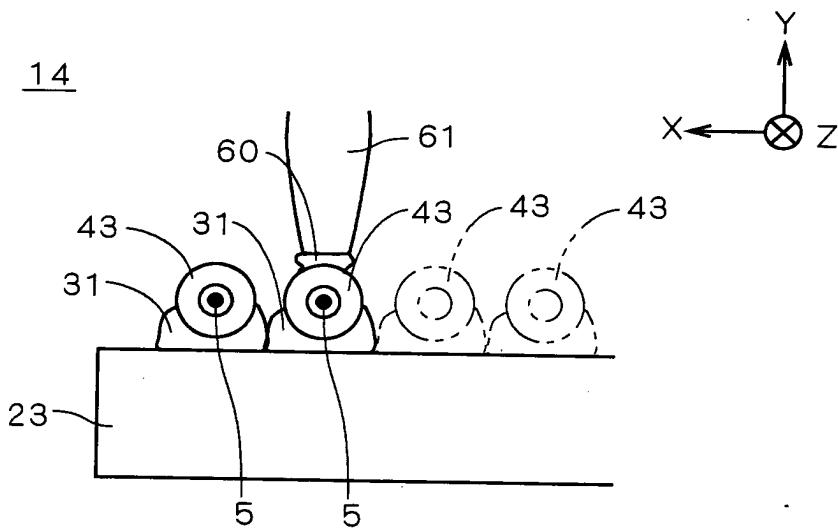
【図15】



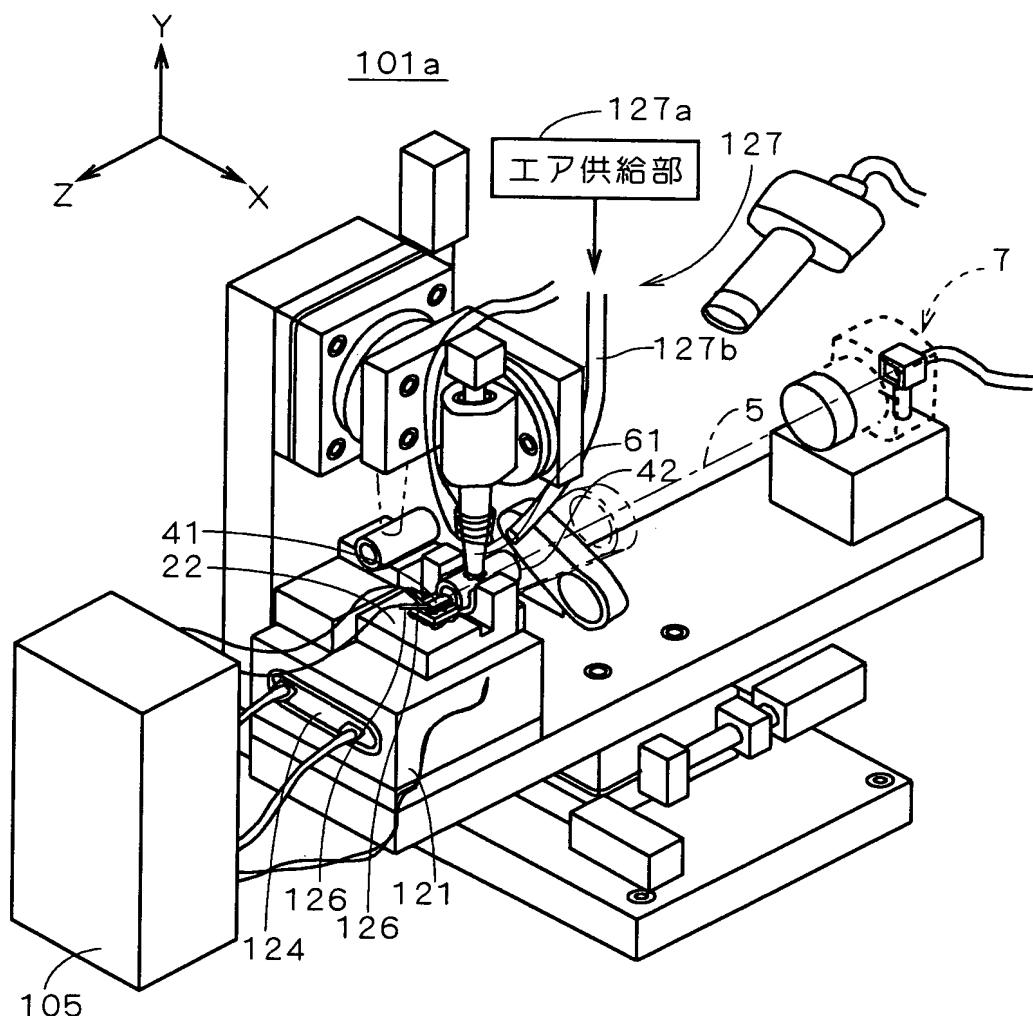
【図16】



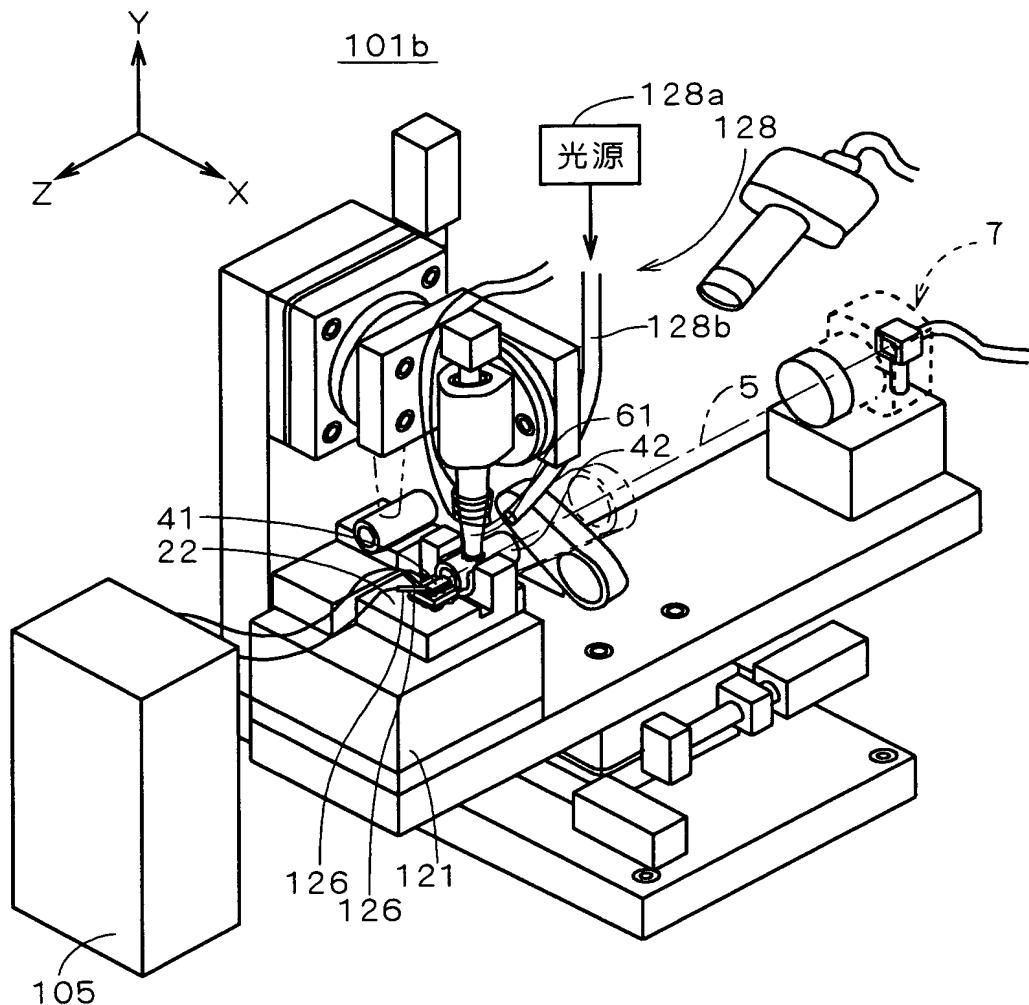
【図17】



【図18】



【図19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学素子を高精度に位置決めして固定することができる光学素子固定装置を提供する。

【解決手段】 光学素子固定装置101の保持部121上には半導体レーザ41が固定されたベース部22が載置され、半導体レーザ41により基準光軸5が決定される。ベース部22の溝には、はんだが付与されて溶融される。保持部121に対して互いに垂直な3つの移動軸に沿って相対移動、および、互いに垂直な3つの回動軸を中心に相対回動可能な支持アーム61に支持されたコリメータレンズ42はベース部22の溝へと搬送される。半導体レーザ41からの光ビームはコリメータレンズ42を介して撮像部7へと導かれ、光学素子固定装置101では、取得される光ビームの状態を示す画像に基づいてコリメータレンズ42を基準光軸5に対して高精度に位置決めして固定することができる。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000207551]

1. 変更年月日 1990年 8月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の  
1

氏 名 大日本スクリーン製造株式会社